

## 機械的外来刺激(含筋マッサージ)の生理学的考察と将来展望

小粥隆司\* 清水卓也\*\* 山本高司\*\* 小坂光男\*\*

### Physiological Considerations and Future Aspects on General Body Massage

Ryuji OGAI\*, Takuya SHIMIZU\*\*, Takashi YAMAMOTO\*\* and Mitsuo KOSAKA\*\*

#### Abstract

Since Hippocrates (BC 460-375), general body massage applied to human body tissues has been in use as a treatment for relief of various health disorders. Nowadays, though, it is mostly considered to be in the category of purely empirical, but not scientifically founded, ancient oriental therapies, because of difficulties to define precisely the biological effects of general body massage that might be potentially beneficial.

However, recent advances in industrial technology have contributed importantly to the experimental methodology, and from the general progress in the analysis of biological responses concepts have emerged which, when duly considered, may help to overcome the above-mentioned difficulties to provide a rational basis for massage effects within the framework of modern western medicine.

In this review article, therefore, treatment methods of ancient historical origin will be related to concepts established by modern bio-medical science, such as the so-called Skin Pressure Reflex (Takagi K. & Sakurai T. 1950) and the Gate Control Theory (Melzack RD. & Wall PD. 1965). The mutual similarities between experimental procedures from which these scientifically founded concepts were derived, and the mechanical effects of massage, will be pointed out. This includes not only consideration of the functional phenomena experienced under massage treatment, but also the neural mechanisms that may be involved as candidates for the induction of the empirically postulated treatment effects. Such mechanisms are considered as potential modulators of CNS activities – including neuro-endocrine control – affecting neuromuscular, cardiovascular, respiratory, and endocrine functions. With special respect to general massage, observations will be discussed which have provided evidence in support of the effectiveness of general massage according to the scientific standards of modern western medicine.

#### 1. はじめに

多くのスポーツ競技者は運動後に何らかのリラクゼーション法を用いている。運動パフォーマンスと精神的、肉体的緊張とは大きく相関し、緊張度が高すぎても低すぎても運動パ

フォーマンスは減少する。リラクゼーション法にはイメージトレーニングや音楽療法などといった精神的に作用する方法と、マッサージや指圧、鍼灸などといった肉体的に作用する方法とがある。

マッサージや指圧といった皮膚圧迫刺激はヒ

\*大学院生, \*\*教授

ポクラテスの時代より疾患治療の現場で多く用いられてきた。およそ100年前から疾患治療としての近代医療の研究が進み、現代では代替医療やリラクゼーション法として今日まで発展してきたが、近年、疲労回復にも効果がみられることが判明し、また、薬物投与の必要もないためスポーツの現場で広く用いられるようになった。多くの代替医療のなかでも特にマッサージは非観血的療法であり、一部の治療法を除いて痛みを伴わずに血流の改善や代謝系、運動パフォーマンス、精神を向上させることができ、誰にでもできることから人気が高い。また、マッサージは除痛についても効果があり、筋肉痛からガン末期の疼痛緩和まで様々な現場で適応されている。

マッサージや指圧といった外来刺激は、皮膚、筋肉、神経、血管、骨、関節など身体の種々の組織を介して体深部、内臓にまで影響を及ぼし、生理学的、病態生理学的反応を誘発するが、その学術的効果は不明点が多い。よって、本研究ではマッサージを中心とした外来刺激が身体に及ぼす影響について仮説と考察を検討してみた。

## 2. マッサージの手法

マッサージは、「軽擦法」「揉捏法」「圧迫法」「叩打法」などの手法からいくつかを組み合わせて施術する。軽擦法とは、組織を速い振幅で軽い圧力をかけて施術する手法であり、被験者の皮膚と術者の手の摩擦による熱により組織を温めるのに有効である。揉捏法は軽擦法とは逆に組織を遅い振幅で強い圧力をかけて施術する手法であり、筋肉ポンプを他動的に作動させ、筋内に蓄積された間質液や乳酸、 $H^+$ などの静脈還流を促進させるのに有効である。圧迫法は組織を圧迫するのみであり、圧迫による直接的作用により筋内に蓄積された間質液や乳酸、 $H^+$ などの除去を促進させるのに有効である。この他、間接的作用として、筋紡錘刺激による伸張反射により筋肉ポンプを作動させ血流改善を促す。叩打法は組織を手刀にて軽く叩く手法

であり、その効果は圧迫法と同様であるが、他に連続的な刺激による一時的な疼痛緩和にも効果がある。

## 3. 筋疲労と症状

活動筋の収縮では運動ニューロンより活動電位が運動終板に伝導され、全ての筋原線維に伝導される。これにより、筋小胞体より  $Ca^{2+}$  が遊離され、 $Ca^{2+}$  はアクチンのトロポニンCと結合し、アクチンに対するミオシン結合部位が露出、その結果、ATPを分解しミオシンがアクチンを引き込むことにより収縮を引き起こす。一方、弛緩では筋小胞体は  $Ca^{2+}-Mg^{2+}ATPase$  により遊離された  $Ca^{2+}$  を能動的再吸収する。これにより筋小胞体周囲の  $Ca^{2+}$  濃度が十分に低下すると、アクチン-ミオシン間の化学的相互作用が止まり、筋は弛緩する<sup>1)2)3)</sup>。このように、筋の収縮-弛緩の両局面にもATPは関与しているが、激運動などにより筋グリコーゲンが枯渇するとATPが合成できず、筋小胞体への  $Ca^{2+}$  の能動輸送が抑制され、活動電位が発生しなくなっても筋は拘縮し、弛緩できなくなる。このとき、拘縮により筋内の血管は圧迫され、虚血が引き起こされることにより、 $H^+$  などといった発痛物質が局所に蓄積し、痛覚神経を刺激する。また、拘縮により活動筋では間質液が過度に貯留し、筋は腫脹する。

## 4. 圧迫刺激による骨格筋への影響

運動後におけるマッサージの筋疲労回復への適応は、拘縮による筋の腫脹や虚血の緩和、運動により産生された乳酸や  $H^+$  の分解や静脈への還流を目的とする。揉捏法による圧刺激は、筋を圧迫することにより筋肉ポンプを他動的に作動させ、筋に貯留した間質液や乳酸、 $H^+$  の静脈への還流を促すのに有効であると考えられる<sup>4)</sup>。また、腫脹した筋への圧刺激は筋紡錘を刺激し、伸張反射により施術筋は収縮させ、筋肉ポンプを作動させる効果や、腱へ圧迫刺激を加えた場合、腱紡錘の刺激による相反性神経支

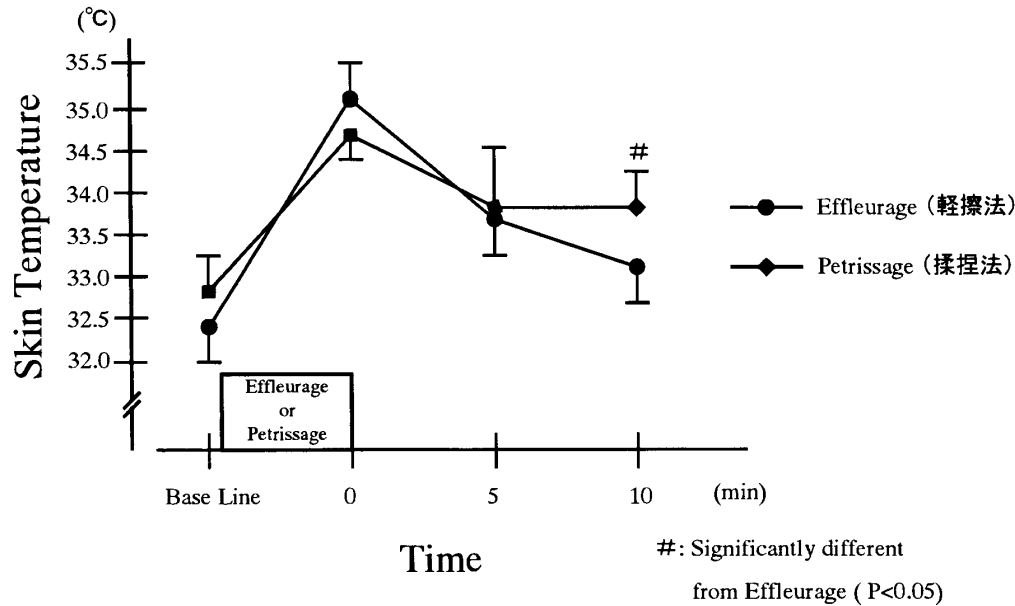


Fig. 1 軽擦法、揉捏法施術時の大腿前面の皮膚温変化

配により施術筋の弛緩作用もみられる<sup>4)</sup>。

施術筋に軽擦法を適応した場合、術者の手掌と被験者の皮膚との摩擦により熱が発生する。我々の実験では、大腿前面を軽擦法5分と揉捏法5分とをそれぞれ施術した場合、施術前と施術直後の比較では軽擦法で平均2.7度、揉捏法で平均1.9度の皮膚温上昇が見られ、施術前と施術10分後の比較でも軽擦法で平均0.7度、揉捏法で平均1.0度皮膚温が高い状態であった (Fig. 1)<sup>5)</sup>。この実験では皮膚温のみの測定であったが、被験者は一様に「足先が温かくなった」との報告が得られた。このことは、軽擦法による皮膚温上昇効果と揉捏法による動脈血の末梢への血流改善や筋温の上昇を示唆するかもしれない。また、圧迫刺激による組織温の上昇は、組織の酵素活性を上昇させ、代謝の向上やATP合成の一助となるかもしれない。

### 5. アクティブ・リカバリーと疲労回復

一般的に、激運動後の疲労回復法としてアクティブ・リカバリーが一般的である。アクティブ・リカバリーは激運動後に軽運動させ、自動的に筋を動かす事により筋肉ポンプを作動さ

せ、組織より乳酸を速く除去させる方法であり、マッサージより血中乳酸濃度を低下させやすいとの報告がある<sup>6)7)8)</sup>。しかし、自動的に筋を動かすことにより、筋グリコーゲンの再合成を阻害するとの報告もある<sup>9)10)11)</sup>。

Choiら<sup>10)</sup>は6名の男性非運動鍛錬者に対して自転車エルゴメータで運動負荷 (130%  $\dot{V}O_{2max}$  で1分間全力ペダリングと4分安静×3回) をかけ、疲労回復法として30分のアクティブ・リカバリー (40–50%  $\dot{V}O_{2max}$  ×30分) またはパッシブ・リカバリー (座位にて安静) をした場合について筋グリコーゲン量や血中乳酸濃度などを測定した。この研究により、運動後のアクティブ・リカバリーは血中乳酸濃度を有意に低下させることが証明されたが (Fig. 2)、一方で筋グリコーゲンの再合成を阻害することが証明された (Fig. 3)。

また、Fairchildら<sup>11)</sup>は8名の男性自転車競技トレーニング者に対して、30秒のAll Out自転車スプリント後に130%  $\dot{V}O_{2max}$  で2.5分間自転車こぎをさせ、運動後30分間の安静後について45分間アクティブ・リカバリーまたはパッシブ・リカバリー (座位にて安静) をさせた。この実験では血漿乳酸濃度や血液pH、血漿グル

コース濃度、などについて測定された。この研究では、アクティブ・リカバリーはパッシブ・リカバリーと比して血漿乳酸濃度や血漿グルコース濃度、筋グリコーゲン量の有意な低下が、血液 pH は有意な上昇がみられた (Fig. 4, 5)。また、アクティブ・リカバリーによる腓臓への影響として血漿インスリン濃度、血漿グルカゴン濃度についても測定され (Fig. 6)、血漿インスリン濃度はアクティブ・リカバリーによ

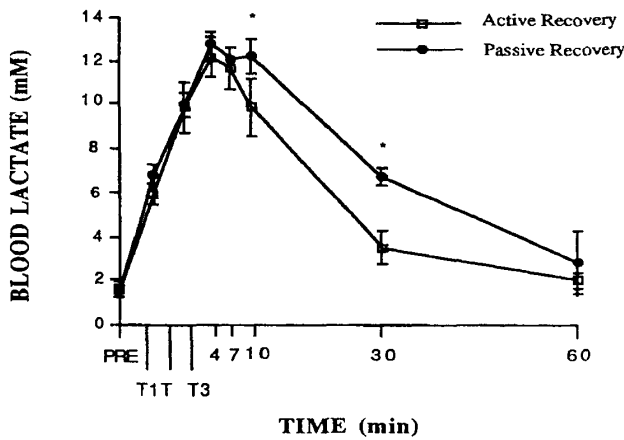


Fig. 2 Blood lactate response to high-intensity exercise. \*Significantly different between trials ( $P < 0.05$ ). Values are mean  $\pm$  SE. (Choi et. al. 1994)

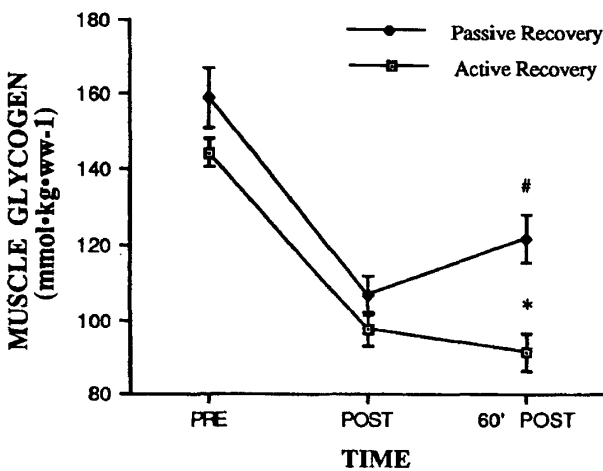


Fig. 3 Muscle glycogen response to high-intensity exercise. \*Significantly different between trials ( $P < 0.05$ ). Values are mean  $\pm$  SE. (Choi et. al. 1994)

り有意な低下をみせた。このことは、インスリン低下により筋組織へのグルコースの取り込みを阻害することを意味しており、前述の Choiらの結果を支持するものであった。

激運動後、マッサージを施術した場合の筋グリコーゲンの動態については報告が見つからないが、マッサージは他動的に筋を動かすため、筋グリコーゲンの再合成を阻害しないのではないかと推測できる。このことは、1日に何度も競技する際、競技間の疲労回復法としてマッサージが有効ではないかと考えられる。

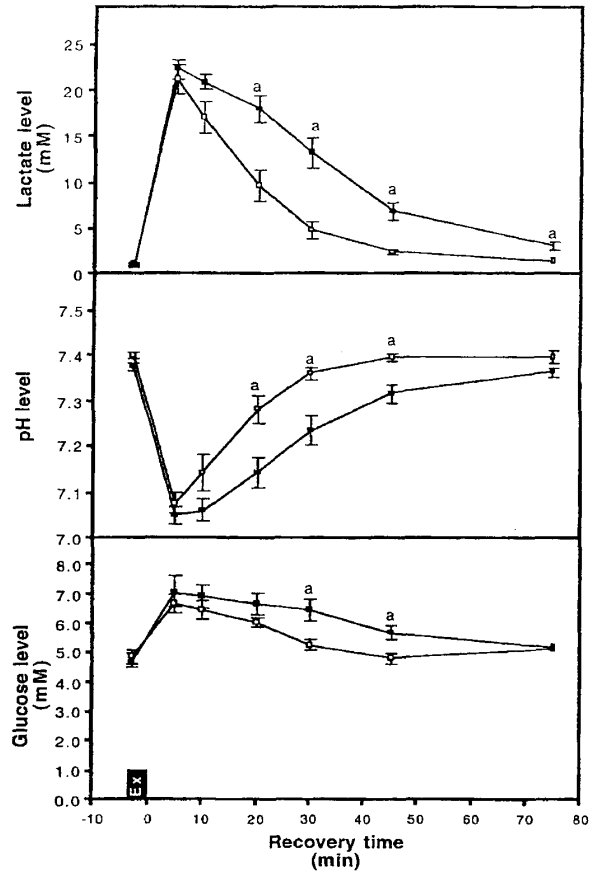


Fig. 4 Plasma lactate, pH, and glucose levels during passive (■) and active recovery (□). The results are expressed as mean  $\pm$  SEM ( $N = 8$ ). The presence of a superscript indicates a significant difference ( $P < 0.05$ ) between recovery trials. (Fairchild et. al. 2003)

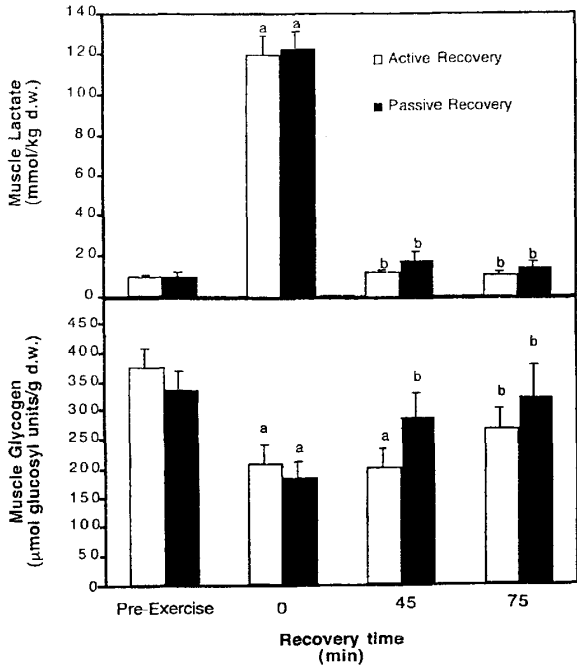


Fig. 5 Muscle glycogen and lactate during passive (■) and active recovery (□). The results are expressed as mean  $\pm$  SEM (N = 8). The presence of the superscript "a" or "b" indicates a significant difference from levels determined before exercise or at 0 min of recovery, respectively (P < 0.05). (Fairchild et. al. 2003)

### 6. 圧迫刺激による神経系への影響

運動により副腎髄質よりカテコールアミンが分泌され、交感神経系が活性化し、血圧、心拍数、呼吸数などが上昇するが、運動後、マッサージなどによる適度な圧迫刺激は神経終末よりアセチルコリンの分泌を促進させ、血管平滑筋を弛緩させ血流を促進させる。また、圧迫刺激は皮膚圧反射の作用により血圧や心拍数を低下させる。適度な圧迫刺激による心拍数低下、血管拡張、呼吸数低下などの反応は副交感神経との関与が考えられるが、その生理的作用については不明点が多い<sup>12)</sup>。しかし、神経・筋の連関として運動や姿勢の調整に深く関与する眼振が皮膚圧迫反射によって抑制されるとの報告もあり、内耳や小脳機能にまで影響が及んでいる

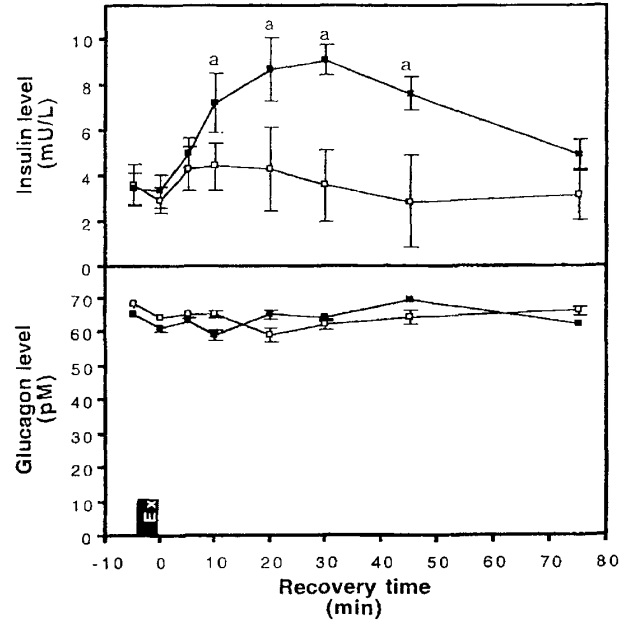


Fig. 6 Plasma insulin and glucagons levels during passive (■) and active (□) recovery. The results are expressed as mean  $\pm$  SEM (N = 6). The presence of a superscript indicates a significant difference (P < 0.05) between recovery trials. (Fairchild et. al. 2003)

ことは興味深い<sup>13)14)</sup>。

脳波において、リラックスした状態で出現する $\alpha$ 波や、うとうとした状態で出現する $\theta$ 波は副交感神経との関与が深い。 $\alpha$ 波は血糖値の上昇、体温上昇、副腎皮質の糖質コルチコイドの増加、動脈血中の酸素分圧の上昇により出現しやすくなる。一方、 $\theta$ 波は橋網様体のコリン作動性ニューロンの発生によるものであり、青斑のノルアドレナリン作動性ニューロンや中脳縫線核のセロトニン作動性ニューロンは覚醒を引き起こす。圧迫刺激による全身の血流改善や体温上昇といった作用は $\alpha$ 波の出現を、アセチルコリン分泌促進はコリン作動性ニューロンの活性化を促し、 $\theta$ 波の出現を促していると考えられる<sup>1)</sup>。このことは、適度な圧迫刺激によりリラックス感が得られることを示唆する。

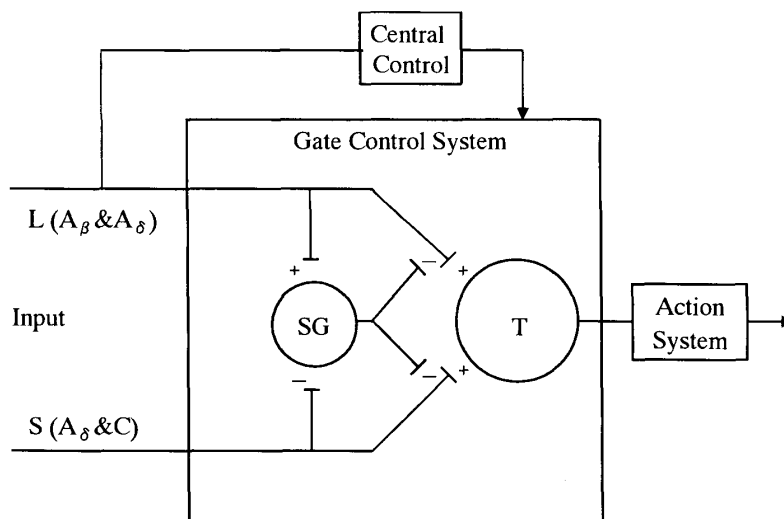


Fig. 7 Gate Control Theory. (Melzack & Wall, 1965. 真島, 1983. 小粥改) Wallらは脊髄膠様質に注目し、これが痛覚に対して一種の閥門制御を行うと考えている。太い感覚神経 (L:  $A_\beta$ と $A_\delta$ 線維)と細い感覚神経 (S:  $A_\delta$ とC線維)とは脊髄の二次ニューロンTに収束して脳へ上行する。しかし、SGに対しては、LとSとは拮抗的な作用を及ぼしている。SGはTに対して抑制的に働く。そのためLによる痛みはやがて抑制されてくる。しかしSの興奮はSGの抑制作用をも抑制するのでT細胞の興奮は持続的になる

## 7. ゲートコントロール説と疼痛緩和

圧迫刺激が疼痛緩和に有効であることは良く知られている<sup>18)</sup>。このメカニズムとして1965年、MelzackとWallにより発表されたゲートコントロール説 (Fig. 7)<sup>15)</sup>がある。この説は未だ矛盾点も存在するが、疼痛制御のモデルとして一般的に支持されている。マッサージなどによる圧迫刺激は有髄神経の $A_\beta$ 線維により脊髄へ伝導され、痛み刺激は $A_\delta$ 線維や無髄神経であるC線維により脊髄へ伝導される。脊髄では脊髄後角膠様質ニューロンや一次中心伝達細胞などにより閥門が形成され、 $A_\beta$ 線維の興奮は $A_\delta$ 線維やC線維に優先して選択的に上行性に伝導する。これはあらゆる刺激でも効果が見られ、皮膚を擦る刺激や温熱・冷却刺激でも有効であり、ガンの骨転移による疼痛コントロールにもマッサージが有効であるとされている。また、マッサージにより血中のエンドルフィンが16%上昇するとの報告がある<sup>16)</sup>。エンドルフィンは阿片様物質であり、疼痛緩和や多幸感などが得られる。

## 8. 圧迫刺激による内分泌系への影響

軽擦法や揉捏法により皮膚温や筋温が上昇すると皮膚の温受容器を刺激し、C線維により脊髄後角へ伝えられ、シナプスをかえ、対側の脊髄視床路を經由して視床へ伝えられる。視床からは大脳皮質知覚領に伝えられ、快感などの情緒を引き起こす。また、脊髄後角からのニューロンは視床下部や脳幹網様体の温度受容器にも直接信号を送っている。また、皮膚温や筋温上昇により血液温が上昇することも視床下部や脳幹網様体の温度受容器を刺激する一因である。

圧迫刺激等で体温上昇すると副交感神経が賦活、皮膚ではブラジキニン産生による血管拡張による熱放散が増加する。体温上昇は下垂体前葉に働き、甲状腺刺激ホルモン (TSH) の分泌を抑制し、甲状腺ホルモンであるサイロキシンの分泌を抑制し、エネルギー代謝、蛋白代謝、糖代謝、脂質代謝、電解質代謝を抑制、発汗の抑制、熱産生を抑制する<sup>1)</sup>。また、下垂体前葉からのACTH分泌も抑制され、副腎皮質からの糖質コルチコイド分泌抑制を引き起こす。糖質コ

ルチコイドの分泌抑制により末梢血管の拡張を引き起こし、糖新生を抑制する<sup>1)</sup>。この他、下垂体後葉からのバソプレシンの分泌が増加し、腎臓の尿細管における水分の再吸収が増加し尿量は減少する。この他、脳幹網様体の刺激により膵臓のランゲルハンス島β細胞よりインスリン分泌が増加する<sup>1)2)</sup>。インスリンは組織へのブドウ糖の取り込みをさかんにするため、運動後の圧迫刺激は筋グリコーゲンの再合成を促進させると考えられる。

この他、圧迫刺激は松果体のセロトニン分泌量の低下をもたらす。セロトニンはメラトニンの前駆物質であり、メラトニンは睡眠導入時に多く分泌され、眠気を引き起こす。光や音、興奮などといった刺激は交感神経系を賦活させ、セロトニン量を増加させ、相反してメラトニン量を減少させる<sup>17)</sup>。一方、副交感神経の賦活はセロトニン量を減少させ、メラトニン量を増加させる。マッサージなどの圧迫刺激は往々にして眠気を催すことがあるが、副交感神経の作用によるものだけでなく、メラトニン量の増加も眠気の一因であるかもしれない。

### 9. 圧迫刺激による心脈管系、呼吸器系への影響

激運動による心拍数増加は血圧を上昇させ、交感神経系の作用により末梢血管は収縮し、血液は体幹に集中する。圧迫刺激は血管を拡張させることが知られており、四肢への圧迫刺激により末梢血管を拡張させ、体幹に集中した血液を末梢へ導く作用がある。これら作用により体幹の血液量の低下や副交感神経への作用により心拍数や血圧が低下するものと考えられる。

身体の圧迫刺激による呼吸器系への影響は前述の心脈管系、神経系、内分泌系にみられる副交感神経機能の亢進と平行するものが多い。外呼吸に属する随意・不随意呼吸筋運動は夫々に中枢性、末梢性神経支配を受け、中脳から延髄に亘る四つの呼吸中枢(呼吸調節中枢、持続性吸息中枢、延髄の呼息・吸息中枢)と血中のO<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>濃度との機能連関によって修飾されてい

る。身体局所の圧迫刺激によって発生した神経シグナルが脳幹網様体を介して迷走神経、舌咽神経などの自律神経・副交感機能を促進し、呼吸頻度、呼吸振幅を抑制し、心脈管機能抑制を平行発現させる。さらに、内分泌系にはリラクゼーション作用を誘起、セロトニン、エンドルフィン、エンケファリン等のエネルギー蓄積ホルモンの分泌を促進し、大腿神経-筋活動も安静かつ筋トーンも低下してリラクゼーション

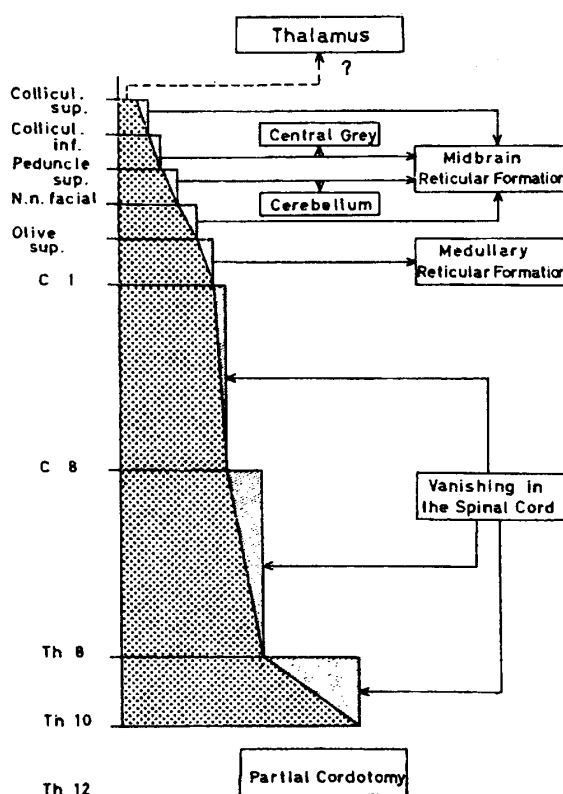


Fig. 8 Histological investigation of the degenerated fibers ascending in the ventral funiculus of the spinal cord in the rabbit (Takagi et al. 1950). A schema showing the proportional remnant rate of the amount of the degenerated fibers in the ventral funiculus in the course of the pathway from the lesion (ventral funiculus at thoracic 12 segment of the left side) to the superior colliculus, when the amount of degeneration at thoracic 10 segment is calculated to be 100%. The portion shaded in this schema indicates either the fibers vanished in the spinal cord or the collaterals to the various central nervous tissues.<sup>12)13)14)</sup>

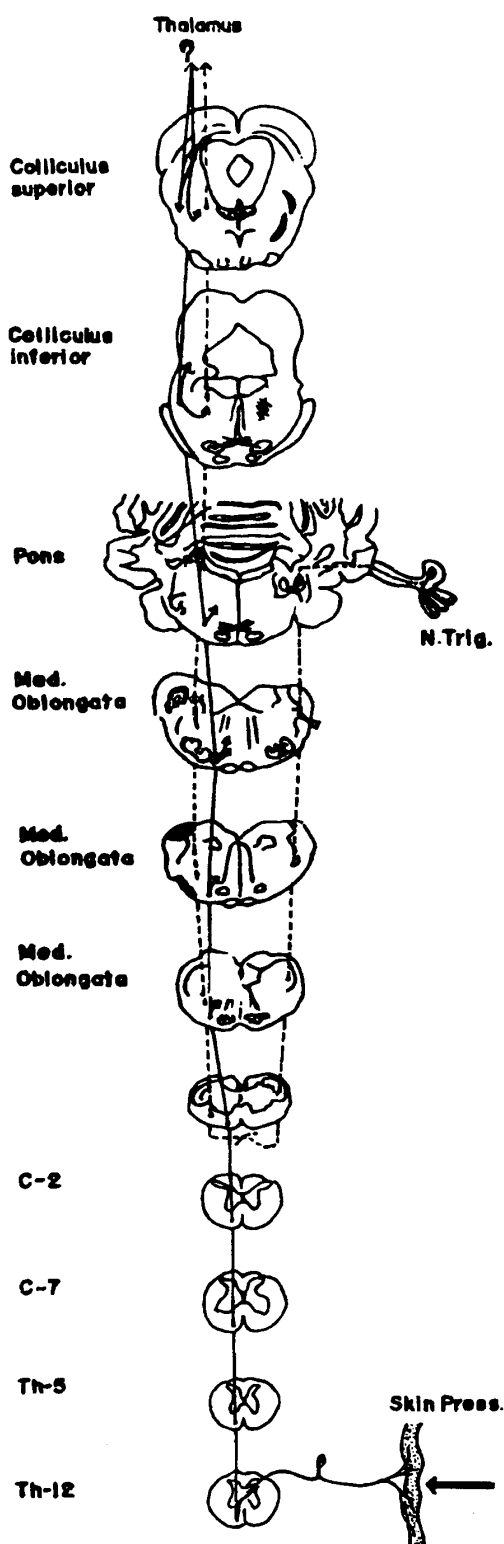


Fig. 9 A diagram of the afferent pathway concerned with the reflex inhibition of shivering by mechanical pressure to the skin, where the exteroceptive pathway associated with the spinal trigeminal nerve is added referring to the description of Ranson. (Takagi et al. 1950)<sup>12)13)14)</sup>

化する。

## 10. 皮膚圧迫反射と副交感神経

一側の腋窩局所皮膚圧迫による同側（半身）の発汗抑制は皮膚圧迫による神経シグナルが脊髓レベルを上行性、下行性にも伝導することのみならず、脊髓レベルにおける反射（交叉性脊髓反射）とも包含するものであり、脳波活動抑制、心拍減少、血圧降下、呼吸頻度低下、同側皮膚血流量減少、同側発汗抑制、身体における筋トーン弛緩など一連の副交感神経機能の促進反応が誘発される（高木の皮膚圧迫反射、Fig. 8, 9）。皮膚圧迫の代わりに眼球を圧迫しても類似の反応が誘発できるが、これは一側眼球圧迫—同側三叉神経眼枝—同側半月神経節—同側脊髓後索—対側脊髓前索—上行性シグナル—対側脳幹—対側大脳皮質の伝導路を上行すると報告されている<sup>13)</sup>。これら伝導路を電気刺激して前述の種々抑制反応の誘起も可能であり、ウサギの動物実験等から上述した寒冷ニスタグムス（寒冷眼震症）もこの電気刺激で抑制される<sup>14)</sup>。かくの如く、皮膚や身体各所の圧迫刺激やその類似刺激が多くの副交感神経機能亢進を誘発し得ることは意味深い<sup>18)19)</sup>。

## 11. まとめ

圧迫刺激は局所刺激であっても全身性に作用することは周知の事実である。特に圧迫刺激は副交感神経を賦活させ、その結果、血管拡張、血圧低下、呼吸数低下、筋弛緩、脳波では $\alpha$ 波や $\theta$ 波出現などといったリラクセス効果が見られる。また、圧迫刺激により内因性オピオイドであるエンドルフィンの増加は鎮痛にも効果的である。運動後の疲労回復法として圧迫刺激を加えた場合、圧迫刺激は乳酸除去を促進させ、エンドルフィン増加による疲労感喪失などにより、その後の運動パフォーマンスの向上も見られる。

圧迫刺激が副交感神経を賦活させるには、常に術者は被術者に対して快感を得られる強度で



圧迫せねばならず、圧迫刺激が強すぎた場合、痛覚受容器を刺激し、痛み刺激となり交感神経系を優位にさせる。一方、圧迫刺激が弱すぎた場合、筋温の上昇や深部血管の静脈還流促進といった効果を誘導することはできず、副交感神経の賦活にも十分ではない。

マッサージは治療の現場でも昨今、代替医療として注目を浴びており、肩こり、腰痛からガンの疼痛コントロールまで広く用いられている治療技術である。さらに、昨今、スポーツ競技者のドーピング問題などがあり、様々な薬物に対して規制がかけられている。しかし、マッサージなどによる圧迫刺激は代謝、疲労回復、精神向上、リラックスなど多岐にわたって効果的であり、薬物投与を必要としないことから安全性が高い。このことはオリンピックやワールドカップからアマチュアスポーツに至るまで多くの現場でマッサージの光景を目にすることも明らかである。また、特別な道具や治療機器を必要としないことから誰にでも手軽に行えることから、今後、さらなる需要が見込まれるであろう。しかし、その生理学的な影響については未だ仮説の域に過ぎず、これからの検証を期待するものである。

## 謝辞

本研究の過程において研究助成(特定研究助成費を含む)を頂き、多大なるご支援とご協力を頂いた中京大学、同体育学研究所、及び大塚製薬株式会社の各位にお礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) Ganong WF.: 医科生理学展望 原書19版, 丸善(2000)
- 2) 真島英信: 生理学, 文光堂(1983)
- 3) 伊藤朗: 図説・運動生理学入門 - 生理学の基礎からスポーツトレーニング・運動処方まで -, 医歯薬出版(1997)
- 4) 小粥隆司, 小坂光男: unpublished.(2004)
- 5) 小粥隆司, 小坂光男: unpublished data.(2004)
- 6) 山本正嘉, 山本利春 激運動後のストレッチング, スポーツマッサージ, 軽運動, ホットパックが疲労回復におよぼす効果 体力科学, 1993, 42: 82-92
- 7) Gupta S, Goswami A, Sadhukhan AK, Mathur DN: Comparative study of lactate removal in short term massage of extremities, active recovery and a passive recovery period after supramaximal exercise sessions. Int J Sports Med. 1996 Feb;17(2):106-10.
- 8) Hemmings B, Smith M, Graydon J, Dyson R: Effects of massage on physiological restoration, perceived recovery, and repeated sports performance. Br J Sports Med. 2000 Apr; 34(2):109-14; discussion 115.
- 9) Blomstrand E, Saltin B: Effect of muscle glycogen on glucose, lactate and amino acid metabolism during exercise and recovery in human subjects. J Physiol. 1999 Jan 1; 514 (Pt1): 293-302.
- 10) Choi D, Cole KJ, Goodpaster BH, Fink WJ, Costill DL. Effect of passive and active recovery on the resynthesis of muscle glycogen. Med. Sci. Sports Exerc. 1994; 26: 992-996
- 11) Fairchild TJ, Armstrong AA, Rao A, Liu H, Lawrence S, Fournier PA. Glycogen synthesis in muscle fibers during active recovery from intense exercise. Med. Sci. Sports Exerc. 2003; 35: 595-602
- 12) Takagi K, Sakurai T. A sweat reflex due to pressure on the body surface. Jap. J-Physiol. 1950; 1: 22-28
- 13) Kosaka M. Reflex inhibition of cold shivering by pressure on the eye-ball and the ear-root of the rabbit, and its afferent pathway. The Jap. J-Physiol. 1969; 19: 149-159
- 14) Kosaka M, Takagi K, Sato T. Inhibitory effect of electrical stimulation of the spinal cord on cold shivering. Nagoya Med. J. 1975; 20(1): 41-56
- 15) Melzack R, Wall PD: Pain mechanisms: a

new theory. *Science*. 1965 Nov 19;150(699):971-9

- 16) Kaada B, Torsteinbo O. Vasoactive intestinal polypeptides in connective tissue massage. With a note on VIP in heat pack treatment. *Gen Pharmacol*. 1987; 18(4): 379-84.
- 17) 小坂光男、山根基、加藤貴英、松本実、小粥隆司、塚中敦子、大西範和：生体機能変化による日内リズムの修飾，中京大学体育学論叢 2003；45(1) 1-13
- 18) Chang, HT. Integrative action of thalams in the process of acupuncture for analgesia. *Scientia Sinica*. 1973; 16: 25
- 19) 北京医学院基礎部針麻原理研究組生理組脳内某些神經介質在指針鎮痛中的作用．*中国科学* 第1期. 1974；98